

STUDIUL ȘI ANALIZA ÎMBRĂCĂMINȚILOR RUTIERE DIN BETON VIBROCILINDRAT

Sergiu BEJAN, Tatiana BURLAC

Universitatea Tehnică a Moldovei

Abstract: *Currently, on the existing roads of the Republic of Moldova and abroad, the situation where the structure of the road coating does not comply with the requirements of durability and carrying capacity persists.*

In the developed countries, for improving the created situation, the development and application of new technologies is fulfilled, the latter allowing to repair quickly the coating of the existing roads, or to build layers of road coating with increased resistance features, which dispose of a greater durability.

Cuvinte cheie: *Costrucție, drumuri, îmbrăcăminte, fundație, beton, vibrocilindrat, compactare, încercări.*

1. Actualitatea problemei.

Actualmente pe drumurile existente Republica Moldova și peste hotarele ei persistă situația, în care construcția îmbrăcămînților rutiere nu corespunde cerințelor de durabilitate și capacitate portantă. Acest fapt este legat de creșterea intensității circulației (în deosebi pentru Republica Moldova este rețeaua rutieră din zona Municipiului Chișinău), traficului de mărfuri, apariția noilor tipuri de mijloace de transport cu sarcina pe osie majorată. Drept urmare a situației create sunt distrugerea mai rapidă a îmbrăcămînții rutiere față de cea calculată în perspectivă, formarea fâgașelor ș.a. Totodată, este necesară reparația mai frecventă a îmbrăcămînților rutiere nerigide cât și a celor rigide, perioadele dintre reparații se reduc, de aceea cresc cheltuielile pentru întreținerea și reparația ulterioară a îmbrăcămînții rutiere.

În țările dezvoltate, pentru ameliorarea situației create, se efectuează elaborarea și aplicarea noilor tehnologii, care permit, sau de a repara rapid îmbrăcămîntea drumurilor existente, sau de a construi straturi de îmbrăcămînt rutieră cu caracteristici de rezistență sporite, care au durabilitate mai mare. Drept exemplu de o primă direcție principială pot servi diferite modificări de tehnologii de regenerare și reciclare, când la o singură trecere se tratează stratul superior al îmbrăcămînții distruse cu cantitate mică de adaos de materiale noi pentru construcții rutiere. A doua direcție principială este mai vastă: ea include aplicarea unor așa materiale, cum sunt betonul de ciment, betonul asfaltic pe bază de mastic bituminos și piatră spartă (BAMBPS) și multe altele, precum și a materialelor compozite având la bază de beton asfaltic și de ciment.

Calitatea betonului este de obicei definită de rezistența la compresiune, dar și la întindere prin încovoiere tot fiind una din caracteristicile principale ale betonului, aceste caracteristici sunt necesare pentru calculul și construcția structurilor rutiere. Prin urmare, agregatele care sunt selectate pentru rețetele mixturilor sunt solicitate mai des la încovoiere, compresiune ș.a. Betonul de ciment vibrocilindrat (RCC) nu este o nouă metoda de construcție, însă care prin utilizarea în amestec o cantitate mai redusă de ciment și apă duce la economii considerabile. Aceasta fiind obținută și prin realizarea procedurilor de așternere și compactare a materialelor vibrocompactate. Suprafața RCC se primește netedă cu mici segregări asemănătoare suprafețelor asfatice a straturilor de uzură, ce dau posibilitate de circulație fără șocuri a mijloacelor de transport. Pentru execuția acestor tipuri de structuri rutiere sunt necesare utilaje și tehnologii clasice preluate de la așternerea mixturilor asfaltice.

2. Premizele dezvoltării active a tehnologiei betonului vibrocilindrat.

În ultimii ani în multe țări interesul față de îmbrăcămînțile și fundațiile din beton vibrocilindrat este condiționat de următoarele cauze:

- posibilitatea de a reduce grosimea și economia de ciment și beton la executarea straturilor de îmbrăcămînt rutiere, comparativ cu straturile din betonul aplicat a variantelor de tehnologie clasică;
- simplificarea tehnologiei de betonare tradițională, care se aplică la construcția îmbrăcămînților rutiere pe drumurile cu intensitatea circulației mare a traficului de mărfuri sporit, cât și aplicarea lor la execuția sectoarelor de drum greu accesibile din punct de vedere tehnologic;

- căutarea metodelor de construcție a îmbrăcăminților rutiere drept alternativă a utilizării straturilor cu conținut de bitum în legătură cu costul produselor petroliere, de menționat faptul că RM toate produsele petroliere sunt de import-destinate construcțiilor de drumuri;

- dezvoltarea metodelor de consolidare a pământurilor și obținerea de materiale compozite pe bază de deșuri industriale, destinate pentru consolidarea structurilor rutiere.

Betonul vibrocilindrat reprezintă în sine o varietate a betonului cu conținut minim posibil de apă și raportul apă/ciment (A/C), la care este posibil gradul maxim de îndesare a materialului cu ajutorul compactoarelor, cu asigurarea formării unei structuri compacte. Consistența amestecului de beton trebuie să fie așa, încât să reziste la greutatea cilindrului compresor vibrator, de asemenea, să fie atinsă densitatea de compactare necesară.

La hidratarea cimentului este nevoie de circa 15% de apă din masa acestuia. De aceea, în cazul consumului de ciment de $200 - 350 \text{ kg/m}^3$ trebuie $30 - 90 \text{ l}$ de apă pentru reacția chimică. Restul apei atribuie amestecului de beton așa caracteristici tehnologice, cum sunt proprietatea de a fi ușor așternut și lucrabilitatea. În cazul reducerii consumului de apă se reduc deformațiile de tasare și de temperatură.

Alt avantaj al amestecurilor de beton vârtoase constituie posibilitatea de a le așterne cu ajutorul celor mai răspândite mașini: autogredere, distribuitori de piatră spartă, distribuitori de mixturi asfaltice. Decade necesitatea de utilizare a nivelatoarelor de beton, care sunt foarte scumpe. În așa mod, reducerea consumului de ciment, simplificarea tehnologiei de executare a straturilor au determinat elaborarea și implementarea tehnologiei betonul cilindrât sau mai degrabă *vibrocilindrat* pentru construcția drumurilor.

Pentru prima dată betonul vibrocilindrat vârtoș a fost utilizat pentru executarea îmbrăcăminții rutiere în Spania la începutul anilor 70 din secolul trecut în provincia Barselona. Compactarea amestecului se efectua doar cu ajutorul compactoarelor vibrante. Timp de 15 ani au fost executate peste 4 mil. m^2 de îmbrăcăminte. În Franța au fost elaborate recomandări privind executarea îmbrăcăminților din beton vibrocilindrat, care se aplicau inițial pe drumurile secundare, ulterior pe drumurile naționale cu circulația mijloacelor de transport marfă grele. În cazul circulației intensive a autovehiculelor și cerințelor înalte față de suprafața îmbrăcăminții este posibilă executarea straturilor din beton asfaltic subțiri pe fundație din beton rigidă [9].

În R. Moldova betonul vibrocilindrat vârtoș nu se aplicat până în anul 2015, pe o anumită tendință și sectoare de drum sau aplicat "betoanele slabe"- doar la executarea fundației îmbrăcăminții rutiere, începând cu anii 1984 – 1985. Experiență în construcția îmbrăcăminții din beton vibrocilindrat practic nu există.

3. Materiale pentru pregătirea amestecurilor compactate vârtoase.

Actualmente în S.U.A. cerințele față de agregate pentru beton vibrocilindrat sunt aceleași ca și pentru betonul de ciment monolit. În calitate de agregat mare se utilizează piatra spartă sau pietriș concasat cu dimensiuni maxime ale granulelor respectiv de 19 sau 16 mm. Se admite aplicarea agregatului cu dimensiunile granulelor de 38 mm, însă suprafața îmbrăcăminții rutiere cu asemenea tip de agregat se prelucurează dificil și nu este simplu de a obține uniformitatea amestecului de beton de ciment. La majorarea dimensiunilor agregatului, în opinia specialiștilor americani, este mai mare probabilitatea stratificării amestecului.

În componența betonului vibrocilindrat poate fi inclus agregat cât natural, atât și fărîmițat. În cazul utilizării agregatului natural (pietriș natural) este necesară o cantitate de apă mai mică pentru prepararea amestecului compactat, acest amestec se compactează mai bine, rareori apare pericolul stratificării lui (deoarece amestecul pe bază de pietriș se stratifică destul de rar).

În Republica Moldova cerințele față de piatra spartă pentru betoane, inclusiv compactate/vibrocilindrate, sunt expuse în ГОСТ 8267-93 [18], față de nisip - ГОСТ 8736-93 [19].

În așa mod, analizând specificul abordării componentelor pentru betonurile compactate peste hotare, se poate ajunge la următoarele concluzii:

- agregatul trebuie să aibă conținut granulometric optim, care asigură cea mai mare densitate a amestecului;
- majorarea dimensiunilor maxime ale agregatului (peste 16 - 20mm) dificultează prelucrarea suprafeței îmbrăcăminții rutiere și duce la formarea porilor deschiși;
- este necesar de a reduce cantitatea de particule cu dimensiunea mai mică de 0,25 mm, pentru a reduce necesitatea de apă pentru amestecul de beton;
- pe de o parte, urmează a examina posibilitatea utilizării cenușii de furnal în combinație cu cimentul cu scopul economiei de ciment și utilizării deșeurilor industriale; de pe altă parte este necesar de a verifica rezistența la îngheț și durabilitatea betonului obținut;

- necesitatea de adaosuri chimice pentru betonul compactat trebuie să fie fundamentată în cadrul lucrărilor de laborator și experimentale.

Cerințele față de apa pentru betonuri peste hotare se reduce la limitarea conținutului de impurități organice, sulfat și alte săruri. Apa trebuie să aibă reacție neutră sau apropiată de aceasta [3, 17, 20]. În Republica Moldova cerințele față de apă sunt indicate în ГОСТ 23732-79 [22].

4. Experiența autohtonă.

Dacă e să ne referim la experiența autohtonă pentru execuția pentru execuția fundațiilor și îmbrăcăminților rutiere din beton de ciment vibrocilindrat (BCV) RM este încă la început de cale. În anul 2011-2012 a fost elaborat, sau mai degrabă spus adoptat în nomenclatorul de normative și coduri practice, codul practic în construcții CP D.02.01-2012 "Гид privind construcția fundațiilor și îmbrăcăminților din beton de ciment vibrocilindrat" [1], care este o acomodare a ghidului de recomandare elaborat de Institutului "SOIUZDORNII" din Federația Rusă "Методические рекомендации по строительству оснований и покрытий из виброукатанного цементобетона", an 1991.

Scurt istoric. În toamna anului 2014, cu susținerea și inițiativa SA "Lafarge" mai nou SA "LafargeHolcim" Moldova, sa format un grup de specialiști din domeniul rutiere (membrii echipei reprezentanți: ÎS"ASD", SRL"UNIVERSINJ", SRL"ASTRAL-PROIECT", SRL"SIMBO-PROIECT", SA"INTEXNAUCA" și SA"Lafarge"), care au mers în Polonia, la reprezentanța "Lafarge-Polonia", unde au făcut cunoștință cu tehnologiile de execuție a fundațiilor și îmbrăcăminților din beton vibrocilindrat din această țară. Aveastă experiență și a servit ca bază pentru începerea acțiunilor de încercare, cercetare, proiectare și execuție în Republica Moldova.

Dacă să revenim la codul practic în construcții CP D.02.01-2012 [1], putem spune că aceste recomandări joacă un rol orientativ asupra dirijării evenimentelor de proiectare și construcție a fundațiilor și îmbrăcăminților din beton de ciment vibrocilindrat (BCV), deoarece pentru fiecare situație sau caz la elaborarea îmbrăcăminților și fundațiilor din beton de ciment vibrocilindrat (BCV), este necesar de executat cercetări și încercări noi privind materialele de elaborarea a rețetei, cu utilizarea la maximum a materialelor locale existente pentru construcția drumurilor (nisip, prundiș, piatră spartă de concasaj, s.a), și desigur un lucru foarte important este distanța de transport de la uzina de preparare a mixturilor (dar nu mortar) din beton de ciment, care tinde să dicteze procesele tehnologice de execuție a îmbrăcăminților și fundațiilor din BCV.

Pentru CP D.02.01-2012[1], structurile rutiere cu îmbrăcăminte din beton vibrocilindrat se raportează la tipul celor semipermanente, admițând posibilitatea formării fisurării, cu dimensiunile celulelor de minim 0,5 – 1,5m și apariția deformațiilor verticale remanente mici, care nu depășesc limitele admisibile normate de planitate a părții carosabile; indicele de calcul al nivelului de fiabilitate $KH = 0,85$ și coeficientul minim de rezistență $K_{IIp} = 0,9$. Starea limită a îmbrăcămintei din blocuri fisurate de beton este determinată și corespunde de momentul de formare a gropilor și a exfolierilor de suprafață. Rezistența îmbrăcămintei semipermanente, la formarea gropilor, este determinată de masa prin masa blocurilor din beton de ciment, de angrenarea reciprocă a marginilor și de împănarea stratului inferior din piatră spartă, fixat eficient de stratul superior din beton.

În calitate de liant pentru prepararea betoanelor BCV, se utilizează cimentul de marca minimă 300 și mai mare, care corespunde cerințelor GOST 10178, însă primele încercări de laborator și elaborări de rețete pentru BCV au arătat că utilizarea cantităților de liant indicate în CP, nu este bine determinată în condițiile de aplicare în RM, și de aceea norma de consum a cimentului și marca lui, stabilită în rețetele elaborate în laboratoarele RM inclusiv cel SA "LAFARGE", este mai mare. Aceste rezultate vor fi ilustrate în cap. IV a lucrării.

Primul setor de drum cu îmbrăcămintă rutieră din beton de ciment vibrocilindrat a fost construit în R. Moldova, în sat. Dîngeni r-l Ocnița, proiectat de instituția de proiectare și cercetare SRL "ASTRAL-PROIECT" și construit de SA "Magistrala-Bălți", cu suportul asupra alcătuirii rețetei și monitorizarea execuției SA "Lafarge Holcim" și reprezentanți ai "Lafarge-Polonia".



Fig. 1. Execuția primului sector de drum cu îmbrăcăminte din beton de ciment vibrocilindrat sat. Dîngeni r-l Ocnița, august 2015.

5. Concluzii finale.

Pentru trafic de viteză redusă (IV, V-a categorie tehnică) betonul de ciment vibrocilindrat poate fi cea mai bună alegere atât a calității durabilității structurii rutiere cât și a economiilor financiare, de obicei, considerabile, mai ales atunci când sunt indisponibile echipamentele speciale pentru procesul de fabricație – pentru execuția îmbrăcămintelor și fundațiilor din RCC sunt necesare doar utilaje și procese tehnologice clasice. De asemenea, pentru drumuri expres și autostrazi este o alegere economică benefică pentru construcția fundațiilor și a straturilor de bază.

Pentru reabilitarea rețelei rutiere a Republicii Moldova, materialul RCC este de o perspectivă impunătoare și care poate aduce economii a construcției fundațiilor și îmbrăcămintelor rutiere de 30-40% față de variantele clasice utilizate la moment.

Sunt necesare cercetări în continuare a betoanelor de ciment vibrocilindrate prin utilizarea materialelor locale și a celor extrase din reabilitarea drumurilor existente, prin crearea de rețete pentru fiecare regiune în parte a țării.

O concluzie în promovarea tehnologiei RCC ar putea servi mediul academic, întreprinderile de proiectare, întreprinderile de construcții și întreținere de drumuri dar nu în ultimul rând Ministerul Transporturilor și Infrastructurii Drumurilor și Administrația de Stat a Drumurilor, fiind și principalii beneficiari a domeniului construcției și întreținerii de drumuri.

Bibliografie.

1. CP D 02.01.2012 "Ghid privind construcția fundațiilor și îmbrăcămintelor din beton de ciment vibrocilindrat". Ministerul dezvoltării regionale și Construcțiilor al Republicii Moldova. Chișinău 2012.
2. ВСН 139-80. Инструкция по строительству цементобетонных покрытий автомобильных дорог.
3. "Современное состояние и перспективы применения технологии укатываемого бетона" Обзорная Информация. Автомобильные дороги и мосты № 6-2004.
4. СТО НОСТРОЙ 2.25.32-2011. Устройство оснований дорожных одежд. Часть 4. Строительство оснований из укатываемого бетона. СРО НП «МОД «СОЮЗДОПСТРОЙ». Москва 2012.
5. Birmann D., Burger W., Weingart W., Westermann B. Walzbeton. - BAST, 1999. - 205 s.
6. Pijjo R. Betonul compactat al îmbrăcămintei rutiere în provincia Columbia Britanică (Canada): Trad. din fr.. /Sub red. Akulova. - 1984.